

Technische Anwendungen zur Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in elektrische Energie

1.:

Die erste Variante beschreibt das Zusammenwirken von mehreren hängenden Kreisel. Ein an einem Seil frei hängender Kreisel ist jedoch drehmomentfrei. Weil die Gravitationskraft am Schwerpunkt des rotationssymmetrischen Kreisels wirkt, kann keine Kippbewegung erfolgen. Durch das lose Auflegen des Kreisels auf einen festen, gefederten oder hydrostatisch gelagerten Unterstützungspunkt wird dieser in einen nicht drehmomentfreien Kreisel mit noch zwei Freiheitsgraden überführt. Beim aufgesetzten Kreisel erfolgt das für die Präzessionsbewegung notwendige Drehmoment durch Wechselwirkung mit dem Erdschwerefeld. Die Gravitationskraft lässt den Kreisel kippen, wobei dieser gleichzeitig rechtwinklig dazu ausweicht (Präzession). Entsprechend dem Galilei'schen Trägheitsprinzip entfernt sich dabei der Kreisel von der Erde durch die zusätzliche geradlinige Weiterbewegung. Diese zur Erddrehung nahezu tangentialen Weiterbewegung des Kreisels überlagert sich mit dessen Präzessionsbewegung ungestört, denn Parallelverschiebungen haben auf die Kreiselrotation keinen Einfluss. Die Zunahme an potentieller Energie aus dem entstandenen Höhenunterschied entspricht dabei dem anschließend umgewandelten Energiebetrag. Für einen Beobachter auf der Erde bleibt dabei die Geschwindigkeit unverändert, mit der sich die technische Anwendung tangential von der Erde entfernt. Dies gilt unabhängig davon, ob sich die technische Anwendung aufgrund der Erdrotation gerade in Richtung der Erdumlaufbahn um die Sonne bewegt oder entgegengesetzt dazu. Der Kreisel kann dabei z. B. die Form einer Swastika haben, an deren Enden sich jeweils auf Spitzen aufgesetzte Räder (Kreisel) befinden. Die gleichen geometrischen Bedingungen finden wir aber auch bei einem rechtwinkligen Kreuz vor, bei dem die Seiten in ihrer Länge den Diagonalen eines Quadrates entsprechen. Werden die Kreisel nacheinander von Hand in Drehung versetzt, erfolgt die Präzessionsbewegung. Bei der hängenden Variante gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, um den Kreisel in eine Kippbewegung zu überführen. 1. Möglichkeit: Ein Stab wird sowohl oben in die Deckenkonstruktion, als auch unten in das Kreuz / die Swastika fest eingespannt. Aufgrund der Kreiselträgheit biegt sich der Stab und lässt den Kreisel anschließend kippen. Von oben betrachtet durchläuft dann das Kreuz (die Swastika) bei der Präzessionsbewegung die Bahn einer Klothoide. Die reibungsbedingte Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit der kleinen Kreisel lässt gleichzeitig die Winkelgeschwindigkeit der Präzessionsbewegung sowie die Geschwindigkeit der Kippbewegung ansteigen. Die immer langsamer rotierenden Kreisel folgen zunehmend der Gravitationskraft. Infolgedessen verkleinert sich der Radius der Präzessionsbahn kontinuierlich. Es erfolgt somit gleichzeitig eine spiralförmige Abwärtsbewegung vom anfänglichen äußeren Bereich hin zum tiefliegenden Mittelpunkt der Präzessionsbahn. Deren Neigung zeigt dabei in Richtung der Resultierenden aus Radial- und Gewichtskraft. *Der Neigungswinkel α zwischen dem Stab / Seil und der Vertikalen hat keinen Einfluss auf die Präzessionsfrequenz¹.* Das Kreuz / die Swastika rotiert auf der Präzessionsbahn immer schneller und es erfolgt eine Impulsübertragung auf die kleinen Kreisel. Dies geschieht umso stärker, je mehr sich die Achsen der kleinen Kreisel der Achse der Präzessionsbahn annähern. Dabei haben die kleinen Kreisel und die Präzessionsbewegung den gleichen Drehsinn. Die Bewegungen wiederholen sich fortlaufend. 2. Möglichkeit: Wird das Kreuz / die Swastika mittig an einem Seil aufgehängt und zusätzlich mit einem Brett fest verschraubt, welches auf einem Unterstützungspunkt aufliegt, erfolgt ebenfalls eine Kippbewegung. Aus der Kreiselträgheit resultiert die tangentialen Weiterbewegung, es folgt die Zunahme an potentieller Energie, Reduzierung der Kreiselgeschwindigkeit, kreisförmige Abwärtsbewegung, Zunahme der Winkelgeschwindigkeit und die Impulsübertragung. *Wirken auf ein rotieren-*

¹ Übungsbuch Physik, Grundlagen- Kontrollfragen- Beispiele -Aufgaben, 11. Auflage
Dr. rer. nat. Peter Müller...(federführend), Fachbuchverlag Leipzig, 2009, S. 68

des System von außen keine Drehmomente, so bleibt sein Drehimpuls nach Größe und Richtung konstant.²

Diese beiden Variante kamen vermutlich bereits vor mehreren tausend Jahren zur Anwendung. In Äquatornähe mit der größten Umfangsgeschwindigkeit und der größten Radialbeschleunigung kann die stärkste Leistung erzielt werden. Daher haben die ersten technischen Anwendungen ihren Ursprung sicherlich in Regionen nahe des Äquators.

Hat die Bahn der Präzessionbewegung nur einen kleinen Durchmesser, ist der Flächennutzungsgrad einer solchen Anwendung mit 4 Kreiseln sehr gut, denn die benötigte Nutzfläche entspricht fast der gesamten Fläche aller Kreisel. Horizontal liegende Kreisel sind für die Anwendungen stets geeigneter, denn für vertikal liegende Kreisel gilt: *Sind die Kreiselachsen senkrecht zur Schwerkraftrichtung (parallel zur Erdoberfläche) angeordnet, finden bei erreichter Nord-Süd - Ausrichtung keine Kippbewegungen, keine Drehmomente und somit auch keine Drehimpulse mehr statt.³*

Anhand des resultierenden Höhenunterschiedes des Schwerpunktes der technischen Anwendung lässt sich die Zunahme an potentieller Energie errechnen, welche mit der maximal zu erwartenden zusätzlichen Bewegungsenergie einhergeht:

² Physik für Studierende der Natur- und Ingenieurwissenschaften, 15. Auflage
Prof. Dr. sc. nat Dr.- Ing. Heribert Stroppe, Carl Hanser Verlag München, 2012, S. 95

³ Metzler Physik, 3. Auflage, Schroedel Verlag GmbH, Hannover, 1998, S. 76

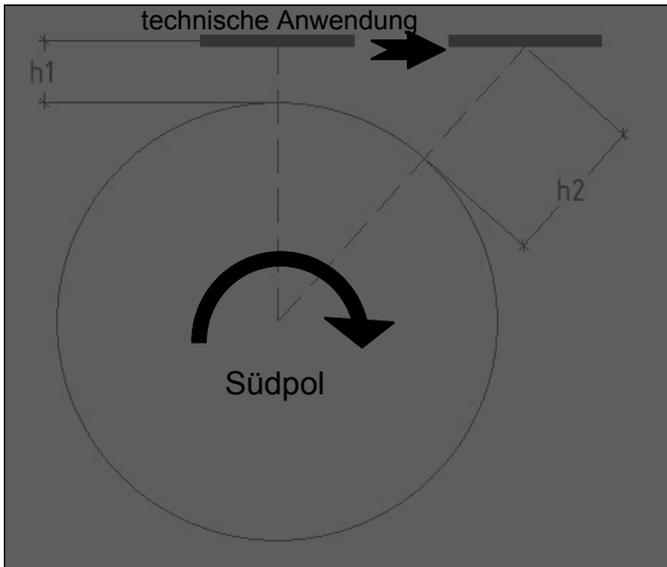
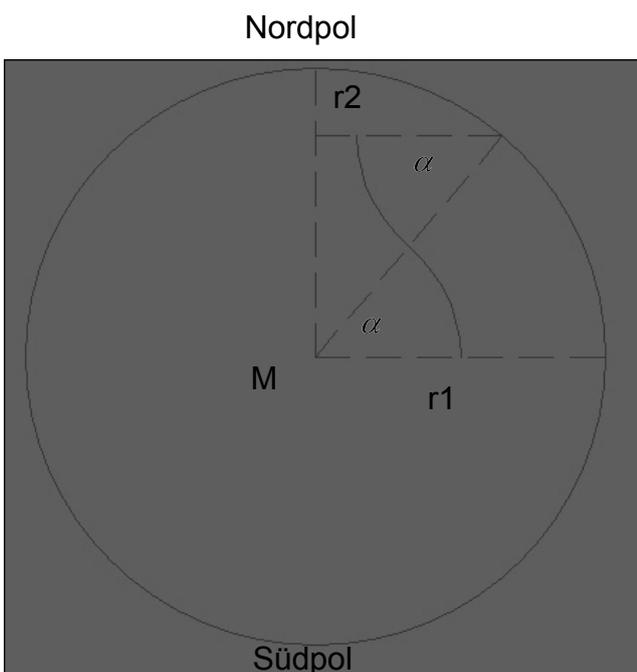


Abbildung 1:

Anmerkung: Bei den Berechnungen wird die Form der Erde vereinfacht als eine Kugelgestalt angenommen. Gerechnet wird ohne Berücksichtigung der Abplattung an den Polen und ohne den Erhebungen / Senkungen, wie sie bei der tatsächlichen Form des Geoids vorhanden sind. Die Höhe der Aufhängung der technischen Anwendung über dem Erdboden wird bei den Berechnungen ebenfalls vernachlässigt.



- r1 = Radius der Erde ca. 6.378.000 m
- r2 = Radius rechtwinklig der Nord-Süd-Achse
- α = Winkel der nördlichen Breite (auch Wechselwinkel)

Abbildung 2:

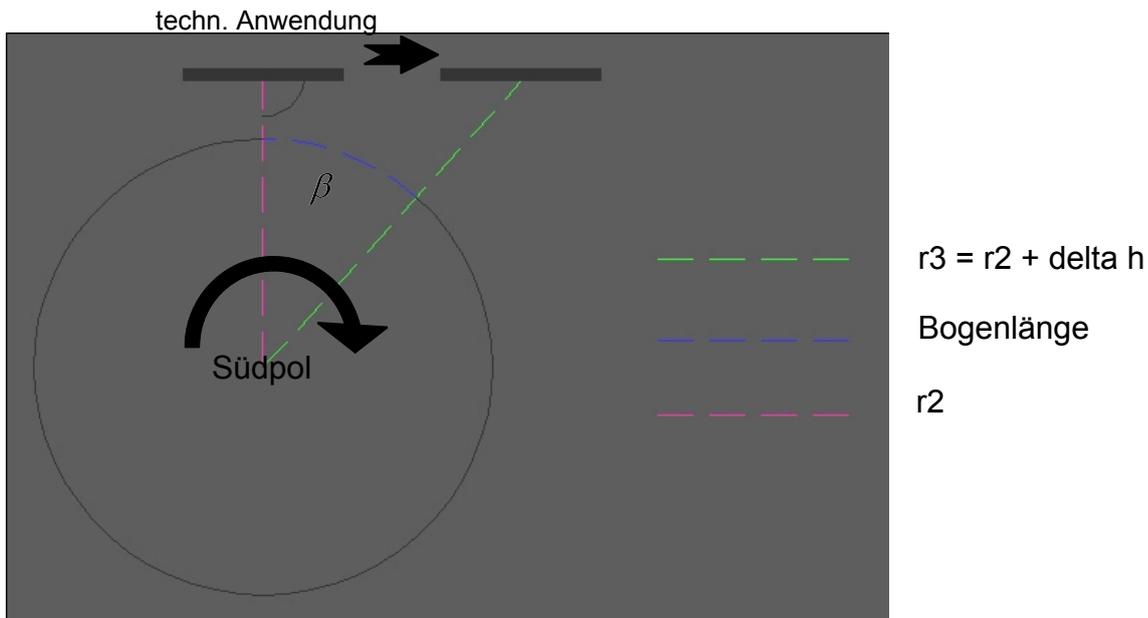


Abbildung 3:

Rechenbeispiel zur Energieumwandlung bei einer einfachen Anwendung mit 50° nördlicher Breite

$$r_2 \approx \cos(50^\circ) * 6.378.000m$$

siehe Abbildung 2, vorherige Seite

$$r_2 \approx \underline{4.099.699m}$$

$$T = 8,6164 * 10^4 s$$

Die Rotationsdauer der Erde beträgt für eine Erdumdrehung (Mittlerer Sterntag) ⁴

$$\omega = 2 * \pi * n \text{---}; n = \frac{1}{T}$$

Winkelgeschwindigkeit

$$\omega \approx 7,2921 * 10^{-5} s^{-1}$$

$$v = \omega * r_2$$

Umfangsgeschwindigkeit (Bahngeschwindigkeit) für r2

$$v \approx \underline{299 \frac{m}{s}}$$

Entsprechend der Umfangsgeschwindigkeit entspricht jede Sekunde einer Bogenlänge (b) von ca. 300 m.

$$\beta = \frac{b * 180^\circ}{\pi * r_1} \approx 2,695 * 10^{-3} \circ$$

$$r_3 = \frac{r_2}{\cos \beta} \approx 4.099.699,005m$$

$$\Delta h = r_3 - r_2 \approx \underline{0,5cm}$$

⁴ Physik Formelsammlung, 2. Auflage, Vieweg + Teubner, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2009

Bei 50° nördlicher Breite ergibt sich für eine Punktmasse (Schwerpunkt der einfachen technischen Anwendung) in einer Sekunde ein Höhenunterschied von ca. 0,5 cm.
Für eine einfache techn. Anwendung mit einem Gewicht von 100 kg gilt:

$$E_{pot} = m * g * h$$

$$E_{pot} = 100kg * \frac{9,81N}{kg} * 0,005m$$

$$\underline{\underline{E_{pot} \approx 4,9J}}$$

In einer Sekunde ergibt dies gerade einmal eine Leistung von ca. 5 W, was ungefähr der thermischen Leistung von fünf Teelichtern entspricht.

$$T = 8,6164 * 10^4 s$$

$$\omega = 2 * \pi * n_{---}; n = \frac{1}{T}$$

$$\omega \approx 7,2921 * 10^{-5} s^{-1}$$

$$v = \omega * r$$

$$v \approx 465 \frac{m}{s}$$

$$\beta = \frac{b * 180^\circ}{\pi * r_1} \approx 4,178 * 10^{-3} \circ$$

$$r_3 = \frac{r_1}{\cos \beta} \approx 6.378.000,017m$$

$$\Delta h = r_3 - r_1 \approx \underline{\underline{1,7cm}}$$

In Äquaturnähe kann somit deutlich mehr Energie umgewandelt werden.

Der Schwerpunkt der techn. Anwendung entfernt sich von der Erde und wird anschließend von der Schwerkraft wieder angezogen, es erfolgt eine Wechselwirkung zwischen der Rotationsenergie der Erde mit ihrem Erdschwerefeld.

2.:

Bei der zweiten Variante entfernen sich die Kreisel nicht tangential von der Erde. Ein rechtwinkliges Kreuz wird mittig auf einem Wälzlager befestigt, welches ebenfalls fest mit der Unterlage verschraubt ist. An jedem Seitenende des Kreuzes befindet sich wieder je ein Kreisel. Alle Drehbewegungen finden in ein und der gleichen Ebene statt. Dabei erfolgt das auf die Kreisel wirkende Drehmoment direkt aus der Erdrotation heraus. Die dafür umgewandelte Rotationsenergie der Erde findet sich adäquat in der Präzessionsbewegung der Kreisel wieder. Bei der Erdrotation ist zwar der Betrag der Bahngeschwindigkeit nahezu konstant, aber die Richtung ändert sich dauernd. Es tritt eine zum Erdmittelpunkt gerichtete Radialbeschleunigung (Bahnbeschleunigung) auf. Mit dem Betrag der Radialbeschleunigung wird auch die jeweilige Kreiselachse gekippt. Mithilfe eines Fliehkraftreglers leitet ein Gestänge einen Drehstoß ein, sodass wieder eine Drehimpulsübertragung zwischen dem drehenden Kreuz und den einzelnen Kreiseln stattfindet.

3.:

Aus den ersten beiden Varianten resultiert die **X81** als technische Weiterentwicklung.

Mit der **X81** zeige ich eine neue technische Möglichkeit auf, bei der in gleicher Zeit ein deutlich größerer Höhenunterschied erreicht wird. Neben der tangentialen Weiterbewegung erfolgt eine senkrechte Aufwärtsbewegung. Die Kreisel verlieren nicht an Masse, weichen aber der Schwerkraft infolge bei der Präzessionsbewegung rechtwinklig aus. Entsprechend dem Galilei'schen Trägheitsprinzip entfernen sich dabei die Kreisel von der Erde durch die geradlinige Weiterbewegung. Zusätzlich dazu findet eine senkrechte Aufwärtsbewegung statt. Die Abwärtsbewegung dagegen erfolgt immer nahezu ohne Präzessionsbewegung und somit unter Einwirkung der Schwerkraft. Mit dem Betrag der Radialbeschleunigung wird die gesamte Anlage gekippt und es erfolgen die Präzessionsbewegungen der Kreisel. Analog der zweiten Variante steigt dabei die Winkelgeschwindigkeit der Präzessionsbewegung mit der Größe der Radialbeschleunigung und dem dadurch einwirkenden Drehmoment an. Lässt man die Rotationsgeschwindigkeit der Kreisel ansteigen, erfolgt die Aufwärtsbewegung ebenfalls mit erhöhter Geschwindigkeit.

Gegenüber der ersten technischen Anwendung gilt für die Varianten 2 u. 3 im Folgenden:

Der Drehimpuls für die Präzessionsbewegung wird durch eine mit der Erde fest verbundene Achse erzungen. Unabhängig von der Kreiselträgheit erfolgt die Kippbewegung immer mit der nahezu konstanten Radial- (Bahnbeschleunigung). Wie schon bei den ersten beiden Varianten haben die vier Kreisel auch bei der **X81** den gleichen Drehsinn wie die Präzessionsbewegung. Die Aufwärtsbewegung erfolgt stets mit der Präzessionsbewegung und ohne das Einwirken der Gewichtskraft. Am Ende der Aufwärtsbewegung ändern alle vier Kreisel ihre Drehrichtung durch einen Drehstoß. Dafür ist ober- und unterhalb eines jeden Kreisels ein Metallbolzen befestigt, welcher dann mit einem Metallstreifen zusammenstößt. Die Abwärtsbewegung erfolgt nur für einen kurzen Augenblick mit der Präzessionsbewegung, weil die Achse durch einen entsprechenden Mechanismus schon kurz nach der Umkehrung der Drehrichtung blockiert. Es kann keine Präzessionsbewegung mehr erfolgen und die Gravitationskraft wirkt nahezu die gesamte Abwärtsbewegung lang. Auch am Ende dieser Bewegung erfolgt immer ein Drehstoß, der den Drehsinn der Kreisel umkehren lässt und mit einer Energieumwandlung einhergeht (kinetische Energie \Rightarrow potentielle Energie \Rightarrow kinetische Energie). Im Anschluss erfolgt gleich wieder die Aufwärtsbewegung. Der Betrag an umgewandelter Energie liegt dabei deutlich über dem der ersten beiden Varianten. Zu Beginn der Auf- /Abwärtsbewegung muss immer auch Energie für die wirkenden Trägheitskräfte aufgewendet werden, welche zum Ende jeder Bewegung stets

zurück gewonnen wird. Abzüglich der Reibungsverluste kann dabei die Leistung nahezu beliebig gesteigert werden, über 1 PS / m³. Diese ist nur von der Kreiselmasse und dessen Rotationsgeschwindigkeit abhängig. Denn daraus resultiert die Geschwindigkeit der Auf- und Abwärtsbewegung und der erreichte Höhenunterschied je Zeiteinheit. Die Werkstoffeigenschaften entscheiden dabei maßgeblich über die maximal mögliche Rotationsgeschwindigkeit / Kreiselmasse. Zur weiteren Ertragssteigerung kann die **X81** aufgrund der sehr kompakten Bauweise nicht nur nebeneinander, sondern auch entsprechend den örtlichen Gegebenheiten beliebig oft übereinander gestapelt werden. Zum Starten wird das Verbindungsstück in Drehung versetzt. Wenn sich beide Kreisel unterschiedlich schnell drehen, kann alternativ auch ein zusätzliches Getriebe zwischen beiden Kreiseln eingefügt werden, was dann allerdings weitere Reibungsverluste verursacht. Das Verbindungsstück eignet sich zum Anbringen des Generators.

Darüber hinaus eignet sich die **X81** für die konstante Energieumwandlung das ganze Jahr lang, dies entspricht ca. 8760 Volllaststunden. Selbst unter der Erdoberfläche, z.B. in alten Bergwerksstollen ist ein ungestörter Betrieb möglich.

Zum Vergleich:

*Ein guter Binnenlandstandort kommt bei der Windenergienutzung auf 2000 Volllaststunden.*⁵

Photovoltaikanlagen haben zudem aufgrund der Abschattung und dem daher nötigen großen Modulreihenabstand einen ungünstigeren Flächennutzungsgrad.

Die hier beschriebenen Varianten arbeiten allesamt in Äquatornähe mit der größten Leistung (größte Umfangsgeschwindigkeit und größte Radialbeschleunigung).

Auf Grundlage des Drehimpulserhaltungssatzes verkleinert sich die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation, wenn sich das Trägheitsmoment der Erde vergrößert (z.B. durch die Vergrößerung des Abstandes der Massen von der Rotationsachse). Verringert sich die Rotationsenergie der Erde, verkleinert sich auch deren Winkelgeschwindigkeit.

Die Rotationsenergie der Erde beträgt ca.: $W_{rot} \approx 2,14 * 10^{29} J$ ⁶

*Der weltweit jährliche Energieverbrauch betrug Ende 2015 ca.: 550 EJ*⁷

Die Rotationsenergie der Erde entspricht somit circa dem 390-millionenfachen des weltweit jährlichen Energiebedarfs.

⁵ Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig, Carl Hanser Verlag München, 2008, S. 207

⁶ ESRI Portal

⁷ Energiestudie 2016, Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, BRG, S. 37

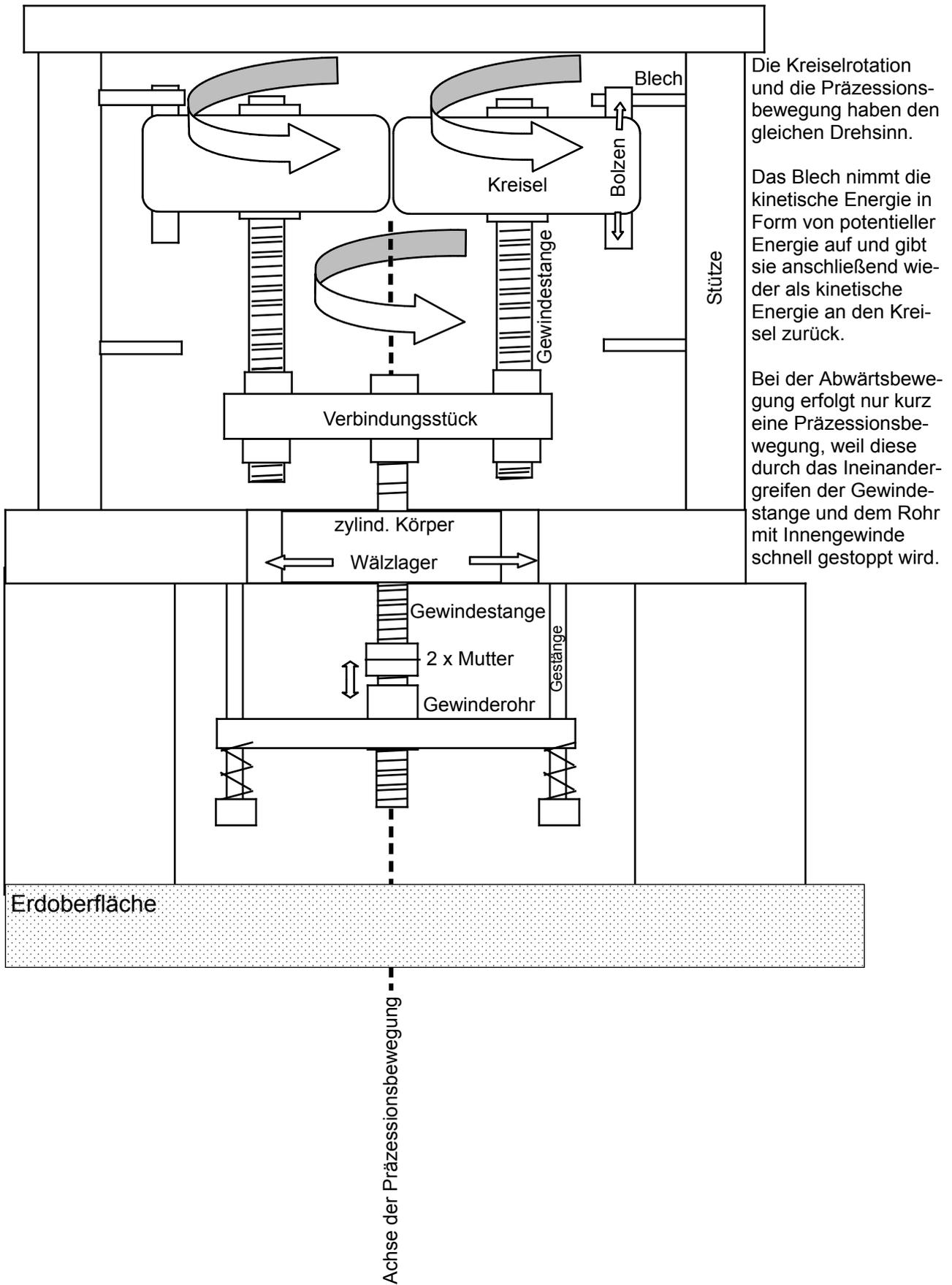


Abbildung 3: X81

Die Verlangsamung der Erddrehung aufgrund der Wechselwirkung zwischen Erde, Mond und Sonne (Entstehen von Ebbe und Flut) ist ein natürliches Beispiel für den gleichen physikalischen Zusammenhang. Gewaltige Wassermassen werden unter der Einwirkung der Gezeitenkräfte von der Erde entfernt und anschließend wieder vom Erdschwerefeld herangezogen. *Die Gezeitenwelle hat auf offener See einen Höhenunterschied von etwas mehr als 1 Meter.*⁸ *Die Tageslänge nimmt aufgrund der „Gezeitenreibung“ jährlich allerdings um nur rund 18 μ s pro Jahr zu.*⁹ Die Dauer einer Erdrotation erhöht sich somit in 100.000 Jahr um ungefähr 1,8 Sekunden. *Die Ozeanoberflächen und der feste Erdboden heben und senken sich täglich im Mittel um ca. 30 Zentimeter.*¹⁰

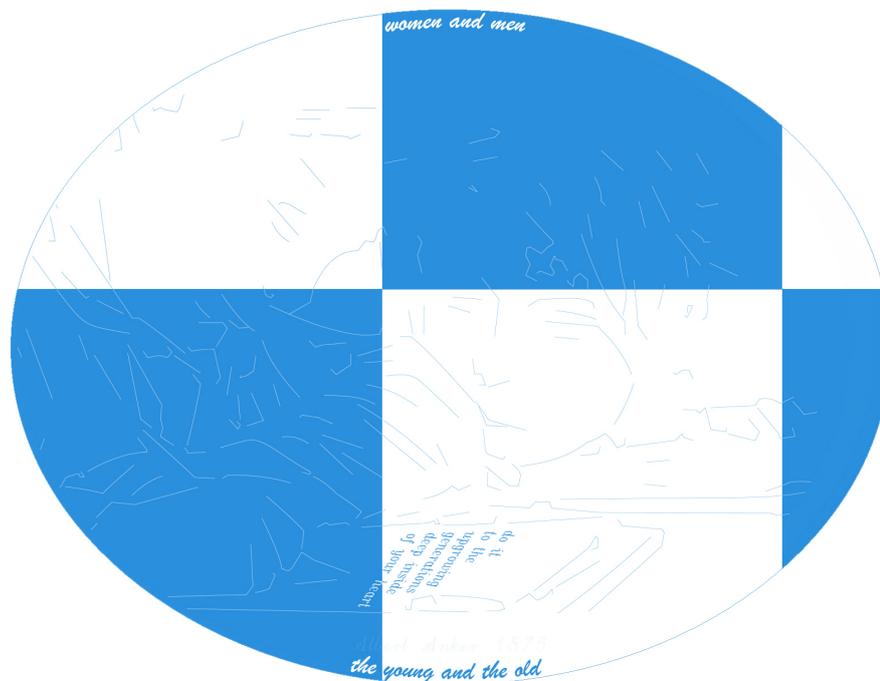
Angesichts bevorstehender klimatischer Herausforderungen (anthropogene Klimawandel) und politischer Spannungen aufgrund von schwindenden fossilen Brennstoffen möchte ich festhalten:

mit Vernunft und mit Verstand
für den Frieden schaffen
Hand in Hand

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Robert Stach, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Technische Anwendungen zur Umwandlung der Rotationsenergie der Erde in elektrische Energie“ selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und Quellen angefertigt habe.

Magdeburg, 12.02.2018



⁸ Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Volker Quaschnig, Carl Hanser Verlag München, 2008, S. 224

⁹ Wikipedia, Erdrotation, Aufruf am 20.11.2016

¹⁰ Kosmos Himmelsjahr 2014, Glossar, Gezeiten